

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480021684.8

H01L 21/00 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)
C23C 16/00 (2006.01)
C23C 16/46 (2006.01)
C23C 16/505 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100440422C

[22] 申请日 2004. 6. 28

[21] 申请号 200480021684. 8

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 30 [33] US [31] 10/608,091

[86] 国际申请 PCT/US2004/020749 2004. 6. 28

[87] 国际公布 WO2005/006400 英 2005. 1. 20

[85] 进入国家阶段日期 2006. 1. 26

[73] 专利权人 兰姆研究公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 R·J·斯蒂格

[56] 参考文献

US2001/0009178A1 2001. 7. 26

US6373681B2 2002. 4. 16

JP2003 - 174012A 2003. 6. 20

US2002/0075624A1 2002. 6. 20

US6474986B2 2002. 11. 5

US6106737A 2000. 8. 22

US2002/0050246A1 2002. 5. 2

US5888907A 1999. 3. 30

US5225663A 1993. 7. 6

US5792304A 1998. 8. 11

审查员 刘振玲

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 张祖昌

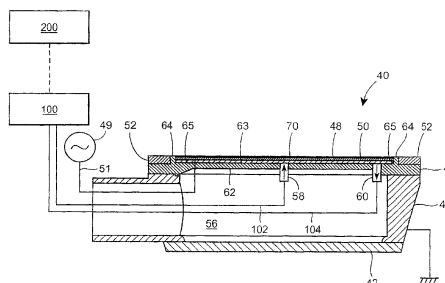
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

具有动态温度控制的基片支架

[57] 摘要

用于等离子体处理装置的基片支架，包括金属传热元件，和叠加在其上的具有基片支承面的静电夹盘。传热元件包括一个或多个通道，流体通过该通道循环以便加热和/或冷却传热元件。该传热元件具有较小的热质，并可被流体快速地加热和/或冷却到预期的温度，以便在等离子体处理过程中快速地改变基片的温度。



1、一种用在等离子体处理装置的反应室中的基片支架，该基片支架包括：

陶瓷部件；

叠加在陶瓷部件上的金属传热元件，该金属传热元件具有 1/4 英寸的最大厚度，该金属传热元件包括至少一个流道，流体可通过该流道被循环以便加热和/或冷却传热元件；

叠加在传热元件上的静电夹盘，该静电夹盘具有用于在等离子体处理装置的反应室中支承基片的支架表面；

温度受控的流体源，其与所述至少一个流道流体连通；和

控制器，其可操作地控制通过至少一个流道循环的流体的体积流量和/或温度，以便控制来以 0.25-2°C/秒的速率加热和冷却传热元件。

2、如权利要求 1 所述的基片支架，其中 (i) 所述传热元件具有 1/8 英寸的最大厚度；(ii) 所述至少一个流道具有 1/32 英寸至 3/32 英寸的宽度，以及 1/32 英寸至 1/16 英寸的深度；(iii) 所述传热元件具有一个包括所述至少一个流道的底座和叠加在该底座上的盖；和/或 (iv) 所述陶瓷部件包括凹槽表面和外围凸缘，该陶瓷部件在凹槽表面处具有 1-4mm 的厚度；该传热元件设置在凹槽表面上并且与所述凸缘横向地间隔开；并且所述静电夹盘与该凸缘接触。

3、如权利要求 2 所述的基片支架，其中该温度受控的流体源包括可操作地将流体的温度改变至一选定温度的珀尔帖效应冷却器；和/或

所述基片支架还包括：

传热气体源，其可操作地将传热气体供应至支架表面和基片之间；以及

所述控制器可操作地控制被供应至支架表面和基片之间的传热

气体的流量和/或压力。

4、如权利要求 1 所述的基片支架，其中所述基片支架还包括：
(i) 一个陶瓷环，其叠加在陶瓷部件上并环绕在传热元件和静电夹盘周围，该传热元件与陶瓷环横向地间隔开，该静电夹盘与陶瓷环相接触；(ii) 一个 RF 电源，电连接到传热元件；和/或 (iii) 一个位于陶瓷部件和传热元件之间的弹性体接头以及一个位于传热元件和静电夹盘之间的弹性体接头。

5、包括权利要求 1 所述的基片支架的等离子体处理装置。

6、热控制等离子体处理装置中的基片的方法，包括：

将基片置于根据权利要求 1 的基片支架的支承面上，其中该基片支架位于等离子体处理装置的反应室中；

将处理气体引入反应室中；

从反应室的处理气体中产生等离子体；

处理基片；以及

使流体通过至少一个流道循环，以便在基片的处理过程中将传热元件的温度控制在一选定的温度。

7、如权利要求 6 所述的方法，还包括：

将具有第一温度的流体通过至少一个流道循环，以便在基片的处理过程中将传热元件的温度控制到第一温度；并且

将具有第二温度的流体通过至少一个流道循环，以便在基片的处理过程中将传热元件的温度控制到第二温度；

其中传热元件的温度 (i) 从第一温度斜面式地改变到第二温度，或 (ii) 从第一温度阶梯式地改变为第二温度。

8、如权利要求 7 所述的方法，其中第一温度高于第二温度，并

且传热元件的温度以 0.25-2°C/秒的速率斜面式或阶梯式地改变。

具有动态温度控制的基片支架

背景技术

等离子体处理装置被用于，例如半导体，绝缘体和金属材料的等离子体蚀刻，物理汽相沉积，化学汽相沉积（“CVD”），物理汽相沉积（“PVD”），离子注入，以及抗蚀剂的移除。

用于半导体材料处理的一种类型的等离子体处理装置包括反应室。待处理的基片被支承在基片支架上的反应室中。基片典型地通过基片夹具紧固在基片支架上。处理气体通过气体分配系统引入到反应室中。建立电场以便从处理气体中产生等离子体来处理基片。

发明内容

提供了一种基片支架。该基片支架可在基片的处理过程中对在其上支承有基片的支承面提供动态的温度控制。例如，基片支架在等离子体处理装置的等离子体蚀刻反应器中是有效的。

基片支架的优选实施例包括陶瓷部件，叠加在该陶瓷部件上的传热元件，以及叠加在传热元件上的静电夹盘。传热元件具有较小的热质。该传热元件包括至少一个流道，流体可被通过该流道循环以便加热和/或冷却该传热元件。静电夹盘具有支承面，其中基片可被静电地夹紧在该静电夹盘上。

基片支架优选地包括与流道流体连通的温度受控的流体源。基片支架优选地还包括传热气体源，其可操作地将传热气体供应至支承面和基片之间。任选的控制器可控制流体源和传热气体源的操作，以便控制供应至基片支架的流体和传热气体的参数。

传热元件优选地可通过供应至流道的流体被快速地加热和/或冷却。从而，基片支架可向基片支架上的基片提供动态的热控制。

对等离子体处理装置中的基片进行处理的方法的优选实施例包括，将基片支承在位于等离子体处理装置反应室的静电夹盘的支承面上，并且使流体通过至少一个位于静电夹盘下面的金属传热元件中的流道循环，以便控制基片的温度。该传热元件具有较小的热质。

附图说明

图 1 描绘了一示例性的等离子体反应器，在其中可使用一些实施例的基片支架。

图 2 是基片支架优选实施例的截面图。

图 3 是一顶视图，描绘了叠加在基片支架陶瓷部件上的具有较小热质的传热元件。

图 4 描绘了具有两片结构的传热元件的实施例。

图 5 是传热元件底座实施例的顶视图，示出了一流道。

图 6 描绘了根据另一优选实施例的基片支架的一部分。

具体实施方式

在基片（例如，半导体晶片，平板显示基片，绝缘体材料，或类似物）的等离子体处理过程中，通过蚀刻从基片上移除材料，或该材料尽可能均匀地沉积在基片上，以便由该经过处理的基片制造成的装置具有令人满意的电特性是合乎需要的。但是，当基片尺寸增加，而形成在该基片上的零件的尺寸减小时，这一目的愈加难以实现。

为了提高在等离子体处理装置中的基片等离子体处理的均匀性，控制蚀刻发生的基片暴露表面的温度是合乎需要的，在该暴露表面上物质被沉积（例如，通过 CVD 或 PVD 技术），和/或从该暴露表面移

除光致抗蚀剂。在等离子体蚀刻过程中，基片温度的变化，和/或在基片暴露表面上的化学反应速率的变化，可引起基片蚀刻速率的变化，还可导致蚀刻选择性和各向异性的变化。例如，如果晶片的温度升高到某一特定温度之上，可能会发生晶片损坏(例如光致抗蚀剂的损坏)，并可改变随温度变化的化学反应。在物质的沉积过程中，沉积率，以及沉积在基片上的物质的成分和特性，可通过改变沉积过程中基片的温度而发生显著的变化。

为了提高基片支架和保持在基片支架上的基片之间的热传导，基片支架可包括后部气体冷却系统。但是，传热气体的热传导性能依赖于基片支架的表面状况。由于表面状况可在处理过程中发生变化，传热气体从基片上移除热量的能力也可发生变化。

基片支架可包括用于在处理过程中移除热量的流体冷却系统。在这种系统中，流体流经一个或多个位于基片支架的金属壳体(“冷板”)内的流道以便加热或冷却该金属壳体，从而改变基片支架上基片的温度。壳体的加热速率或冷却速率与壳体的热容量，或“热质” C 有关。壳体的热质等于壳体物质的比热容 c ，与壳体的质量 m 的乘积(即， $C = c \cdot m$)。因此，壳体的热质可通过改变其质量而加以改变，其中壳体的质量可通过改变其体积而实现。而且，为了将壳体的温度改变一个量 ΔT ，通过加热壳体需要添加至壳体的、或通过冷却壳体而从壳体放出的热量 q ，由下式给出： $q = c \cdot m \cdot \Delta T$ 。因此，当壳体热质增加时，必须添加至壳体或从壳体放出的热量也应增加，以便将壳体的温度改变一个量 ΔT 。

包括具有较大热质(例如，具有 1.25 英寸或更大厚度的金属冷板)冷板的基片支架，和具有较大液体流量的流体供应源，可将流体供应至冷板中的流道，以便在等离子体处理的过程中，将基片支架保持在一固定的温度。但是，已经确定的是，由于大量的热量必须通过流

体快速地添加至基片支架或从基片支架上移除，以便快速地改变基片支架的温度，因此这种基片支架不提供动态的温度控制能力。因此，具有这样的大热质的基片支架不会向基片支架上支承的基片提供充分响应的温度控制。

已经确定了，具有动态温度控制能力的基片支架，可通过使用具有较小热质的传热元件来提供，其允许传热元件被快速加热和/或冷却至所需的温度。

在优选实施例中，基片支架包括可操作地供应流体，以便将传热元件加热和/或冷却至所需温度的流体源。该传热元件包括至少一个流道，通过该流道，流体从流体源循环至传热元件或从传热元件循环回来，以便提高热传导率。流体源优选地可以加热和/或冷却少量流体。温度受控制的流体可被供应至传热元件，以便提供快速响应能力。基片支架表面的动态温度控制可通过具有较小热质的传热元件和具有快速响应能力的流体源的结合而得到提高。流体源优选地也可控制流体的精选的参数，例如流体的温度和/或流量。

在优选实施例中，基片支架包括传热气体源，其可操作地在基片支架的上表面和基片之间供应传热气体。

图 1 描绘了一示例性的等离子体反应器，优选实施例的基片支架可用于该反应器中。该等离子体反应器是电感耦合等离子体反应器。基片支架也可用在其它类型的等离子体反应器中，其中基片的温度控制在等离子体处理过程中是所需的。例如，基片支架可用于其它的电感耦合等离子体反应器的结构中、电子回旋加速器共振（“ECR”）、磁控管、以及电容性耦合等离子体反应器中。

图 1 所示的等离子体反应器包括反应室 10，其包括具有静电夹盘

34 的基片支架 12，该静电夹盘 34 静电地夹紧基片 13，同样也向该基片施加 RF 偏压。该基片 13 可为，例如半导体晶片。聚焦环 14 用于增强基片 13 上的等离子体。能量源设于反应室 10 的顶部以激发处理气体而在反应室中产生等离子体。能量源可为，例如通过 RF 源 19 提供能源的天线 18。反应室 10 包括真空泵装置，用于将反应室的内部保持为所需的压力。

绝缘体窗口 20 设于天线 18 和反应室 10 的内部之间。气体分配板 22 位于窗口 20 的下面，并且其包括将处理气体从气体供应源 23 传送至反应室 10 的开口。

在操作中，基片 13 被置于基片夹盘 12 的暴露的上表面上，并通过静电夹盘 34 静电地夹紧。传热气体优选地被引入至基片夹盘 12 的上表面和基片 13 之间，以便提高基片 13 和上表面之间的热传导。处理气体被供应至反应室 10。通过向天线 18 供应 RF 源，在反应室 10 中产生了等离子体。

图 2 示出了基片支架 40 的优选实施例。基片支架 40 可被用于，例如，反应室 10 中。基片支架 40 包括底盖 42，位于底盖 42 上的底座 44，叠加在底座 44 上并包围住了一内部空间 56 的陶瓷部件 46，叠加在陶瓷部件 46 上的较小质量的传热元件 48，和叠加在传热元件 48 上的静电夹盘 50。RF 电源 49 借助于电导体 51 电连接到传热元件 48 以提供 RF 偏压。边缘环 52 叠加在陶瓷部件 46 上，并环绕在传热元件 48 和静电夹盘 50 周围。边缘环 52 可由石英，SiC，或类似物制成。基片 70 被示出支承在静电夹盘 50 上。

基片支架 40 包括入口 58 和出口 60，它们与一个或多个设置在传热元件 48 中的流道流体连通。该入口 58 和出口 60 分别借助于供给管 102 和回流管 104 与流体源 100 流体连通。流体借助于供给管 102 从

流体源 100 循环出来，并借助于入口 58 循环至传热元件 48 的流道，流经该流道，并借助于出口 60 和回流管 104 返回至流体源 100。流体源 100 的操作优选地通过与流体源 100 控制连接的控制器 200 来控制。

底座 44 由金属，例如铝、铝合金、或类似物制成。该底座 44 电气接地。

在图 2 示出的实施例中，陶瓷部件 46 被固定至底座 44。例如，金属插入物或类似物可被插入到陶瓷部件 46 中，以用于接收相配合的紧固件，例如螺栓、螺钉、或类似物，以便将陶瓷部件 46 紧固至底座 44。陶瓷部件 46 由适当的材料制成，并且还被配置为具有足够的刚性以平衡作用在陶瓷部件 46 底表面 62 上的压力（典型地为大气压）。陶瓷部件 46 优选地具有足够高的模量（例如，至少 15Mpsi），以便在等离子体处理过程中抵抗弯曲。通过使陶瓷部件 46 的弯曲最小化，陶瓷部件 46，叠加的传热元件 48 以及静电夹盘 50 的尺寸稳定性可在等离子体处理过程中得到维持。例如，陶瓷部件 46 在其最薄的部分可具有约 1-4mm 的厚度。在处理过程中，底座 44 可具有比传热元件 48 更高或更低的温度。陶瓷部件 46 优选地具有足够低的热传导率，以便将其与底座 44 热绝缘。另外，陶瓷部件 46 向由 RF 驱动的传热元件 48 提供与地面绝缘的 RF。陶瓷部件 46 可由氧化铝（ Al_2O_3 ），或其它适当的材料制成。

在优选实施例中，陶瓷部件 46 的顶部具有被外围凸缘 64 包围的中心凹槽表面 63。在陶瓷部件 46 被制造后，凹槽表面 63 可由机械加工过程来形成，例如磨铣，或类似过程。可替换地，凹槽表面 63 可由用于形成陶瓷部件 46 的过程形成，例如通过制模或铸造来形成。传热元件 48 设置于凹槽表面 63 上，优选地与凸缘 64 齐平。

传热元件 48 优选地胶着地粘合至陶瓷部件 46 的凹槽表面 63。施

加在陶瓷部件 46 和传热元件 48 之间的粘合剂优选地具有低热传导率，以便将传热元件 48 与陶瓷部件 46 热绝缘。该粘合剂优选地也具有足够的弹性，以便在半导体基片的等离子体处理过程中，调节在陶瓷部件 46 和传热元件 48 之间产生的热应力。粘合剂优选地为弹性材料，例如来自通用电气 (General Electric) 的可在室温下硬化的粘合剂，如 RTV 133 和 RTV 167。

传热元件 48 优选地具有比凹槽表面 63 小的宽度，以便传热元件 48 的外缘与凸缘 64 横向地间隔开。例如，凹槽表面 63 可为圆形，且传热元件 48 也可为圆形并具有比凹槽表面 63 小的直径 (图 3)。静电夹盘 50 被安装在凸缘 64 和传热元件 48 上。例如，在处理 300mm 的晶片的情况下，静电夹盘 50 可具有约等于凹槽表面 63 和晶片直径大小的直径，例如，约 298mm，以便静电夹盘 50 与凸缘 64 相接触。传热元件 48 可具有小于约 298mm 的直径，以便其与凸缘 64 间隔开。

如图 4 所示，传热元件 48 优选地包括基座 72 和位于其上的盖 74。传热元件 48 可由具有足够传热特性的材料制成，例如铜、铜合金、铝、铝合金、和类似物。基座 72 和盖 74 优选地通过钎焊，或类似方式连接在一起，以便在它们之间提供流体密封。

基座 72 优选地具有约 1/4 英寸或更小的厚度，更为优选地具有约 1/8 英寸或更小的厚度。盖 74 优选地具有约 1/6 英寸或更小的厚度。基座 72 和盖 74 优选地具有约 1/4 英寸的最大结合厚度，更为优选地为约 1/8 英寸。

基座 72 包括在其中形成有一个或多个流道的顶表面 73。图 5 示出了基座 72 的优选实施例，其包括圆形流道 76。流体借助于入口 58 和供给管 102 引入到流道 76，并且该流体借助于出口 60 和回流管 104 返回到流体源 100。流道在基座 72 中可具有其它的布置，以便提供对

传热元件 48 的温度控制。例如，流道可替换地具有螺旋线、之字形，或其它曲线。

基座 72 中的流道可具有各种截面形状，包括，例如，半圆形、圆形、矩形、正方形、其它多边形，和相似的形状。流道的横截面积可根据流过该流道的预期的流体体积流量，以及该流体的热传导能力加以选择，以便提供流道的预期容积。在优选实施例中，流道具有约 1/32 至约 3/32 英寸的宽度，和约 1/32 至约 1/16 英寸的深度。

基座 72 中的流道可由任何适当的方法来形成。例如，流道可在基座 72 形成后，例如通过机械加工过程形成于顶表面 73 中。可替换地，流道可在壳体的制造过程中，例如通过铸造、锻造、冲压、或其它方法来形成。

流体可为水（例如，去离子水）、乙二醇、硅油、水/乙二醇混合物和类似物。流体的冷却效果可通过使用不同的流体和/或不同流体的混合物，改变流体的流量，和/或改变引入到流道内的流体的温度来控制。流体温度优选地由流体源 100 来调节。

参照图 2，静电夹盘 50 包括夹在绝缘材料中的导电电极（或用于双极操作的一对电极）。设置该电极以用于夹紧基片 70。RF 偏压将静电夹盘 50 电容性地耦合至基片 70。传热元件 48 优选地具有平的上表面，以便提高耦合的均匀性。绝缘材料可为适当的陶瓷材料，如氧化铝或类似物。导电电极可由钨或类似物制成。静电夹盘 50 可具有例如约 1mm 的厚度。静电夹盘 50 具有这样的宽度，以便它的外缘与陶瓷材料 46 的凸缘 64 相接触。因此，不存在直接通向传热元件 48 的 RF 通道，这避免了电弧的产生。绝缘材料形成了用于支承基片 70 的静电夹盘的暴露表面。该暴露的表面优选地为圆形，以便与呈晶片形态的基片 70 的外形相配。

在示于图 6 的另一个优选实施例中，陶瓷部件 146 具有一平的表面 147（即，非凹形的表面），其中传热元件 48 置于该平表面上。静电夹盘 50 叠加在传热元件 48 上。所示的晶片 70 定位在静电夹盘 50 上。内环 80 设置在表面 147 上并且包围该传热元件 48、静电夹盘 50 和晶片 70。边缘环 52 环绕在内环 80 周围。内环 80 优选地由与陶瓷部件 146 相同的材料（例如，铝）制成。传热元件 48 通过间隙 82 与内环 80 横向地间隔开。静电夹盘 50 与内环 80 相接触。

静电夹盘 50 优选地通过适当的粘合材料，例如弹性材料连接至传热元件 48。粘合剂优选地包括材料，例如金属填料，提高其热传导率以便在静电夹盘 50 和在其下面的传热元件 48 之间提供足够的热传导。例如，粘合剂可包括至少一种金属或金属合金的颗粒以提高其传导率。

正如上文的说明，较大的金属冷板（典型地由铝制成）可具有 1.25 英寸或更大的厚度，和相应较大的热质。相反，传热元件 48 优选地具有等于这种较大冷板体积的约 5-10% 的体积。由于显著地减小了传热元件 48 的体积，需要从传热元件 48 移除或添加至该传热元件 48 以便将其温度改变一个给定的量的热量，与该较大的冷板相比，被显著地减小了。传热元件 48 优选地可以约 0.25℃/秒至约 2℃/秒的速率加热和/或冷却。作为比较，具有较大热质的较大冷板仅提供了高约 1℃/分或更小的温度变化率。在等离子体处理过程中，传热元件 48 优选地可被控制为从约 -20℃ 至约 80℃ 的温度范围。

此外，由于传热元件 48 的较小热质，需要提供至传热元件 48 以便加热和/或冷却传热元件 48 至预期温度的流体的体积流量，与加热和/或冷却具有较大热质的较大冷板所需要的流体流量相比，显著地减少了。

基片支架 40 的优选实施例包括流体源 100、传热气体源 150 (图 6) 和控制器 200。如上所述, 流体源 100 (图 2) 将流体供给导热元件 48 中的流道。流体源 100 可包括热电冷却器 (例如, 珀耳帖效应 (Peltier) 冷却器)、换热器或类似物, 以便将流体在选定温度和/或流量下供应至流道。流体源 100 可包括适当的泵装置。冷却器或类似物优选地位于传热元件 48 附近, 以便缩短流体从流体源 100 流出的距离, 从而减小流体通道内的需要被加热或冷却的流体体积, 同样减小流体源的响应时间。

传热气体源将传热气体供应至传热气体通道。传热气体通过传热气体通道流至静电夹盘 50 的暴露表面, 在该处, 传热气体借助于形成在暴露表面中的开口和/或通道 (未示出) 分配到暴露表面和基片 70 的背面 (图 6) 之间的交界面 85。向基片支架的暴露表面提供区域冷却的适当的传热气体供应系统, 公开在共同转让的, 专利号为 5,609,720 的美国专利文献中, 该文献被合并于此并且其全部内容被引为参考。传热气体可以是具有传热性能的任何气体, 以便在等离子体处理过程中, 足以将热量从基片传递出去。例如, 传热气体可为氩或类似物。

控制器 200 可优选地控制流体源的操作, 以便选择性地改变供应至流道的流体参数, 并且也控制传热气体源 150 的操作, 以便选择性地改变供应至传热气体通道的传热气体的参数。该控制器 200 优选地可控制流体源 100 的操作, 以便控制由流体源供应至流道的流体的温度和/或流量, 并控制传热气体源 150 的操作, 以便控制供应至交界面部分的传热气体的流量和/或压力, 从而在暴露表面上达到预期的温度。

控制器 200 优选地接收来自定位在基片支架 40 中的一个或多个温度传感器 (未示出) 的输入信号, 以便测量在基片支架 40 的一个或多

个选定位置上和/或基片上（例如，在背面）的温度。例如，可设置温度传感器以便测量靠近静电夹盘 50 的暴露表面的位置处的温度。温度传感器优选地提供实时温度测量，以便能启动对流体源 100 的操作的反馈控制，同样也启动对传热气体源 150 的操作的控制。控制器 200 可为手动操作，或被编程以便自动控制流体源 100 和传热气体源 150 的操作。

基片支架 40 可用在等离子体处理装置中，在该装置中，可执行各种等离子体的处理操作，包括等离子体蚀刻、物理汽相沉积、化学汽相沉积（CVD）、离子注入、和/或抗蚀剂移除。该等离子体处理操作可对各种基片材料，包括半导体、绝缘体和金属材料，加以执行。

基片支架 40 可提供动态、闭合的温度控制，这对于各种真空半导体处理是有用的。例如，这些特征对于在门电路和浅沟隔离（“STI”）蚀刻处理中进行精确的、可阶梯变化的温度控制是有用的。例如，在蚀刻过程中，基片支架 40 的温度可替换地被倾斜（例如，直线地），以便在基片中形成圆锥形的侧壁。快速改变基片温度的能力在各种处理，例如绝缘材料的蚀刻处理中是有效的，在该处理过程中，除非将热量从基片快速地移除，否则所使用的高电源密度可导致晶片快速的发生超温状态。

尽管本发明已经参照其特定的实施例而被详细地描述了，但是在不脱离所附权利要求的范围的情况下，作出各种变化和更改，以及等效物的使用，对于本领域的技术人员来说是显而易见的。

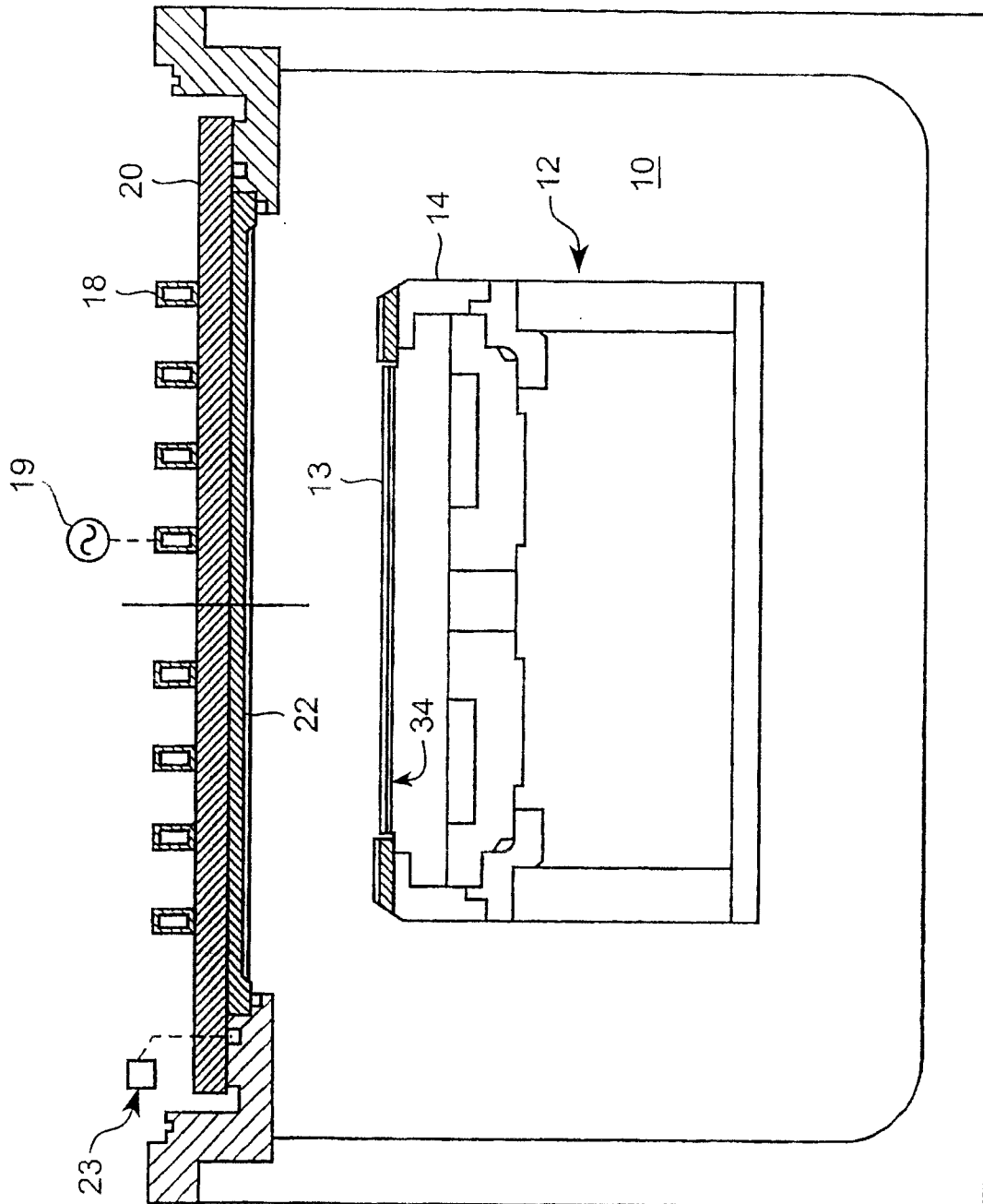


图1

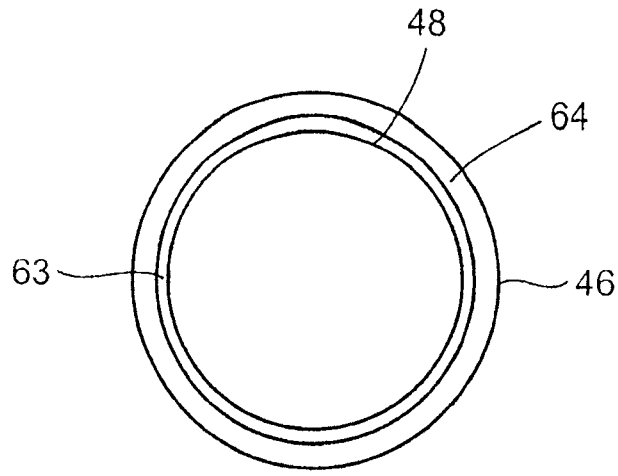


图 3

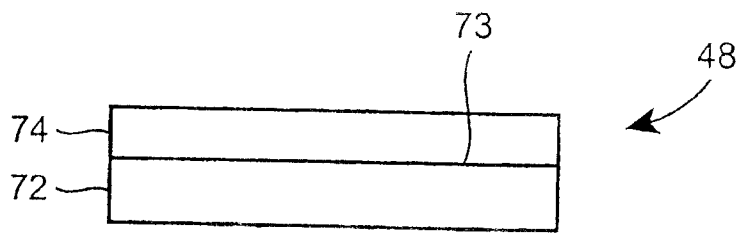


图 4

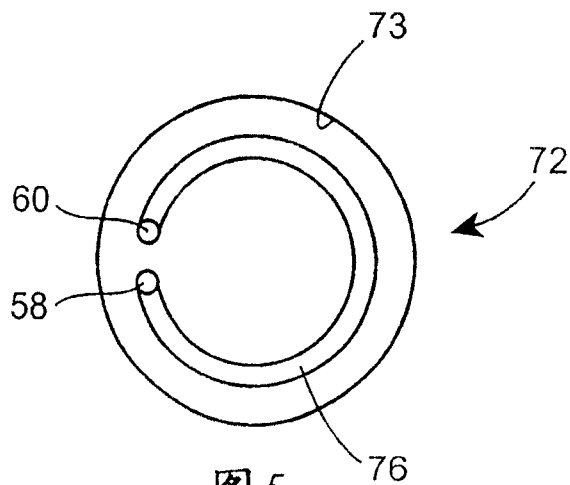


图 5

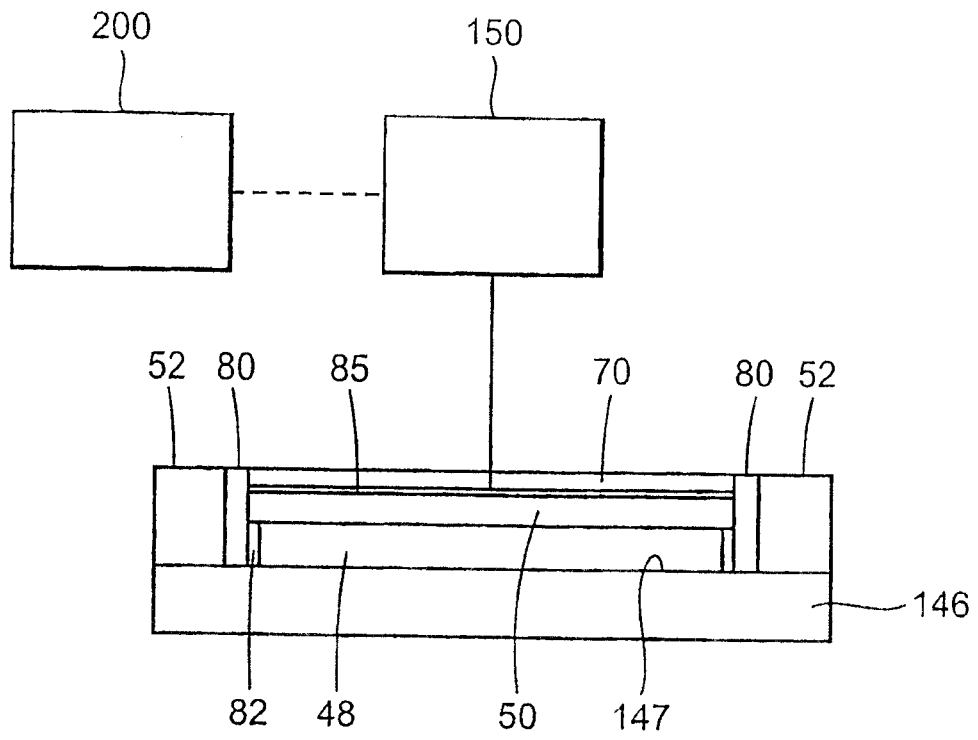


图6